

Zofia Jóźwiak, Liliana Kondrak

**TESTY Z MATEMATYKI A SPRAWNOŚĆ JĘZYKOWA I WIEDZA
MERYTORYCZNA STUDENTÓW STUDIUM JĘZYKA POLSKIEGO
DLA CUDZOZIEMCÓW**

Od wielu lat obserwujemy na wyższych uczelniach w Polsce tendencję do zwiększania liczby egzaminów testowych kosztem egzaminów przeprowadzanych w formie tradycyjnej. Biorąc pod uwagę trudności językowe cudzoziemców, koniecznością stało się postawienie pytania, czy obecny system pracy ze studentami w SJPC zapewnia im przygotowanie merytoryczne i językowe do zdawania egzaminów w formie testowej. Interesowało nas głównie zagadnienie, jakiego rodzaju trudności napotykają słuchacze Studium przy rozwiązywaniu zadań testowych z matematyki, a zwłaszcza w jakim stopniu znajomość języka, zarówno ogólnego, jak i specjalistycznego, wpływa na uzyskiwanie pozytywnych wyników.

Pokrótkę zostaną zatem przedstawione rezultaty pierwszego etapu badań. Podstawowym problemem dla cudzoziemców przy rozwiązywaniu zadań testowych jest zrozumienie ich treści, a w przypadku testu wielokrotnego wyboru, subtelnych na ogół różnic między poszczególnymi wariantami odpowiedzi. Kluczem do tego jest bardzo dobra znajomość słownictwa, pojęć i struktur gramatycznych występujących w zadaniach matematycznych.

Przy rozwiązywaniu zadań podanych w formie tradycyjnej student bowiem może stosunkowo łatwo odczytać, a często nawet odgadnąć treść poleceń, tym bardziej że ich różnorodność nie jest zbyt wielka.

Zobaczmy to na przykładzie konkretnego zadania, które w formie tradycyjnej jest sformułowane następująco:

Rozwiązać równanie: $x^n + x^{n-1} + x^{n-2} + \dots + x + 1 = 0$, $n \geq 1$.

To samo zadanie podane w teście publikowanym w czasopiśmie „Matematyka” 1995, nr 2, s. 100 przybiera postać:

Równanie $x^n + x^{n-1} + x^{n-2} + \dots + x + 1 = 0$, $n \geq 1$.

a) ma dokładnie jeden pierwiastek rzeczywisty dla każdego nieparzystego wykładnika n ,

- b) *nie ma pierwiastków rzeczywistych, gdy wykładnik n jest parzysty,*
- c) *może mieć pierwiastek dodatni.*

W tej sytuacji student nie tylko musi rozwiązać równanie, ale, aby podać prawidłową odpowiedź, powinien dobrze zrozumieć każdy z punktów a, b, c. W tym przypadku prawdziwe są odpowiedzi a i b.

Zwróćmy uwagę na jeszcze jedno zadanie ze zbioru *Testy z matematyki dla kandydatów na wyższe uczelnie*, cz. 2, test 3, zadanie 5. Brzmi ono następująco:

Które z następujących zdań jest prawdziwe:

- a) *Jeżeli 2 jest liczbą nieparzystą, to 3 jest liczbą parzystą,*
- b) *Jeżeli 2 jest liczbą nieparzystą lub 4 jest liczbą parzystą, to 3 jest liczbą parzystą,*
- c) *Jeżeli 2 jest liczbą nieparzystą i 4 jest liczbą parzystą, to 3 jest liczbą parzystą.*

Aby podać właściwą odpowiedź student musi zastosować prawa rachunku zdań. Elementy logiki są wprowadzane na zajęciach matematyki w bardzo wczesnym etapie nauki, gdy znajomość języka polskiego jest jeszcze niewielka. Pojawiające się później na lekcjach języka polskiego bardziej złożone struktury gramatyczne mogą niekiedy prowadzić do niewłaściwego odczytania i rozumienia zdań złożonych z punktu widzenia logiki.

Aby stwierdzić, jakiego typu trudności mogą stać się dla cudzoziemców przeszkodą w rozwiązywaniu zadań testowych, przeprowadziłyśmy specjalnie opracowany dla potrzeb tych badań test. Jego celem była ocena wiadomości merytorycznych studentów, sprawdzenie stopnia znajomości słownictwa matematycznego i rozumienia pojęć. Przeprowadziłyśmy ponadto porównanie wyników testu z ocenami z egzaminu semestralnego z języka polskiego, z ocenami uzyskanymi na zaliczenie I semestru z matematyki oraz z wynikami testu wstępnego organizowanego na początku nauki w Studium.

Cel, jaki sobie wyznaczyłyśmy, wymagał odpowiedniego sformułowania zadań. W przeciwieństwie do testu wstępnego, który operował jedynie symbolami, nasz test przeprowadzony po pierwszym semestrze został opracowany w taki sposób, że do podania prawidłowej odpowiedzi konieczna była dobra znajomość języka specjalistycznego, struktur gramatycznych występujących w języku matematycznym oraz dokładne rozumienie pojęć. Zadania przez nas przygotowane obejmowały materiał pierwszego semestru i dotyczyły zagadnień wcześniej omówionych na zajęciach z matematyki. Wykorzystywane struktury gramatyczne były również znane studentom z lekcji matematyki lub języka polskiego. Do rozwiązania testu nie była natomiast konieczna umiejętność rozwiązywania równań, nierówności itp. Te umiejętności zostały wcześniej sprawdzone na lekcjach, co znalazło wyraz w ocenie z matematyki na zaliczenie pierwszego semestru.

Zamieszczone w teście zadania podane zostały w różnej formie, tzn. jako:

- a) zadania z luką (wymagające uzupełnienia zdania),

b) zadania wielokrotnego wyboru (wymagające wybrania jednej lub kilku dobrych odpowiedzi spośród kilku podanych wariantów),

c) tak zwana „rozsypanka” (z podanych wyrazów należało ułożyć zdanie).

Zadania typu (a) są zadaniami otwartymi, zadania typu (b) – zadaniami zamkniętymi. Zadania typu (c) można rozpatrywać jako zadania zamknięto-otwarte.

Test składał się z 11 zadań. Niektóre z nich zawierały kilka podpunktów. Dla każdego zadania została ustalona maksymalna liczba punktów (minimalna liczba punktów jest równa 0). Przy opracowywaniu wyników skorzystano ze współczynnika K wprowadzonego przez Z. Jóźwiak i D. Wróbel w pracy *Organizacja nauczania matematyki i sprawdzania wiadomości studentów w ramach sesji orientacyjnej*.

Oznaczając przez U sumę punktów uzyskanych przez wszystkich studentów za dane zadanie, a przez W – maksymalną liczbę punktów możliwą do uzyskania przez wszystkich studentów za to zadanie ($W = np$, gdzie n – liczba studentów piszących test, p – maksymalna liczba punktów za to zadanie) współczynnik K obliczamy w sposób następujący:

$$K = \frac{U}{W} 100\%.$$

Wysoka lub niska wartość współczynnika K jednoznacznie określa dobrą lub słabą znajomość danego tematu. Średni poziom tego współczynnika może być wynikiem dwóch sytuacji: równa w przybliżeniu liczba odpowiedzi bardzo dobrych i zerowych, oraz większość odpowiedzi na poziomie średnim. Z tego względu dla każdego zadania podajemy procent odpowiedzi zerowych. Informacje o tematyce zadań, wartość współczynnika K oraz procent odpowiedzi zerowych zostały zamieszczone w tab. 1.

Tabela 1

Nr	Tematyka i cel zadań	p	$K\%$	% odpow. zerowych
1	Zbiory, liczby – słownictwo	6	63,6	14,8
2	Liczby wymierne, niewymierne – słownictwo	3	69	7,4
3	Własności zbiorów – rozumienie pojęć	6	46,6	13
4	Rozumienie znaczenia funktorów zdaniotwórczych	3	54,3	20,4
5	Tworzenie negacji zdania z kwantyfikatorem	1	3,7	96,3
6	Własności funkcji – rozumienie pojęć	5	54	3,7
7	Funkcja odwrotna – rozumienie pojęć	2	54,6	29,6
8	Własności funkcji kwadratowej – rozumienie pojęć	1	61	38,9
9	Nierówność liniowa z modułem – rozumienie pojęć	1	59,3	42,6
10	Własności funkcji wykładniczej i logarytmicznej – rozumienie pojęć	2	45,4	20,4
11	Umiejętność tworzenia wypowiedzi matematycznych – „rozsypanka”	4	44,9	33,3

Prezentowane wyniki wskazują, że procent poprawnych odpowiedzi wyrażony przez współczynnik K dla poszczególnych zadań (z wyjątkiem zadania 5) waha się w granicach 45–70%. Stosunkowo najłatwiejsze (60–70%) okazały się zadania 1, 2, 8, 9. Sprawdzały one znajomość podstawowego słownictwa związanego z liczbami i zbiorami (zadania 1, 2) oraz znajomość zagadnień dotyczących funkcji liniowej i kwadratowej (zadania 8, 9).

Trudniejsze natomiast okazały się zadania wymagające dokładnego zrozumienia i analizy występujących pojęć, takich jak np. zbiór skończony – nieskończony, ograniczony – nieograniczony itp. Trudne też okazały się zadania związane z funkcją wykładniczą i logarytmiczną oraz funkcją odwrotną.

Oddzielnego omówienia wymaga zadanie 5. Polegało ono na wybraniu prawidłowej odpowiedzi określającej negację zdania *Każdy student odrabia pracę domową* spośród prezentowanych różnych wariantów. W zdaniu tym wyraz *każdy* wprowadza kwantyfikator ogólny. Negacją omawianego zdania jest zdanie: *Istnieje student, który nie odrabia pracy domowej*. Tylko dwóch studentów (3,7% badanej próby) podało prawidłową odpowiedź. Większość wybrała wariant *Żaden student nie odrabia pracy domowej*. Negację tworzone tutaj zastępując mechanicznie wyraz *każdy* wyrazem do niego przeciwnym, tzn. *żaden*.

Należy podkreślić, że problemy związane z wyrazami *każdy* – *żaden* znajdują się w kręgu zainteresowań językoznawców. Zagadnieniem tym zajmowała się Jolanta Rokoszowa w pracy *Czy żaden to każdy nie?*

Umiejętność tworzenia negacji jest niezwykle ważna nie tylko w matematyce, ale również w innych dyscyplinach wiedzy, np. w naukach prawnych. Brak tej umiejętności może prowadzić do poważnych błędów merytorycznych.

Spśród wszystkich zadań wyróżnia się ze względu na typ zadanie 11. Jest to tzw. „rozsypanka” polegająca na tym, że z podanych wyrazów należy ułożyć zdania, które są podstawowymi definicjami lub twierdzeniami matematycznymi. Okazuje się, że nawet przy znajomości słownictwa, poprawne formułowanie wypowiedzi matematycznych nie jest zadaniem łatwym. Obliczona wartość współczynnika K wyniosła tylko 44,5%.

Porównując wyniki przeprowadzonego testu z innymi ocenami wiedzy studentów mogliśmy na tym etapie nauki brać pod uwagę trzy kryteria:

- egzamin semestralny z języka polskiego,
- zaliczenie pierwszego semestru z matematyki,
- test wstępny z matematyki.

Chcąc zbadać zależność między uzyskiwaniem pozytywnej oceny w wymienionych wyżej sytuacjach a pozytywnym wynikiem testu, przeanalizowaliśmy prace 36 studentów, dla których miałyśmy kompletne dane. Nie interesowały nas w tych badaniach charakterystyki liczbowe ewentualnych

zależności a jedynie fakt ich występowania. Do badania zastosowaliśmy test niezależności χ^2 .

Aby go zastosować, podzieliliśmy, zarówno w teście wstępnym, jak i w omówionym wyżej teście, prace studentów na trzy grupy: negatywne, średnie i dobre. Oceny z języka polskiego i matematyki podzieliliśmy na słabe (2, 3) i dobre (4, 5). Poniżej w tabelach przedstawiliśmy materiały statystyczne do porównania testu z ocenami: z języka polskiego (tab. 2), z matematyki (tab. 4) i wynikami testu wstępnego (tab. 3).

Tabela 2

Test	Język polski		
	słabe (2, 3)	dobrze (4, 5)	$Q_{i.}$
Negatywny	8	7	15
Średni	5	12	17
Dobry	0	4	4
$Q_{.k}$	13	23	$n = 36$

Tabela 3

Test	Test wstępny			
	0-40 pkt	40-75 pkt	75-100 pkt	$Q_{i.}$
Negatywny	5	6	4	15
Średni	4	9	4	17
Dobry	0	2	2	4
$Q_{.k}$	9	17	10	$n = 36$

Tabela 4

Test	Matematyka		
	słabe (2, 3)	dobrze (4, 5)	$Q_{i.}$
Negatywny	11	4	15
Średni	3	14	17
Dobry	0	4	4
$Q_{.k}$	14	22	$n = 36$

Symbolami Q_{ik} oznaczyliśmy liczbę studentów spełniających warunki danego pola tabeli. Litery $Q_{i.}$, $Q_{.k}$ oznaczają liczebności brzegowe, tzn. sumy liczebności odpowiednio w wierszu lub kolumnie tabelki. Dla każdej wartości Q_{ik} obliczona została liczebność teoretyczna. Liczebność teoretyczna E_{ik} jest równa iloczynowi odpowiadających jej liczebności brzegowych podzielonemu przez liczebność próby.

Do zweryfikowania hipotezy o niezależności wyników testu i odpowiednio ocen z języka polskiego, matematyki i testu wstępnego posłużyliśmy się statystyką h :

$$h = \sum_{i,k} \frac{(|E_{ik} - Q_{ik}| - 0,5)^2}{E_{ik}}.$$

W badaniach przyjęliśmy poziom istotności $\alpha = 0,01$.

Weryfikując hipotezę o niezależności wyników testu i wyników egzaminu semestralnego z języka polskiego, otrzymaliśmy jako obszar odrzucenia hipotezy przedział $(9,210; \infty)$. Ponieważ obliczona wartość statystyki $h = 2,324$ nie należy do tego obszaru, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o niezależności ocen z egzaminu semestralnego z języka polskiego i wyników testu. Praktycznie więc z dużym prawdopodobieństwem możemy powiedzieć, że taka zależność nie istnieje.

Naturalne wydaje się pytanie, czy przygotowanie merytoryczne studentów w ich krajach ojczystych miało wpływ na wyniki testu. Informacji na ten temat dostarczyła nam analiza zależności między wynikami testu wstępnego i omawianego testu. Test wstępny zawierał zadania dotyczące elementarnych wiadomości i umiejętności matematycznych. Nie wymagana była w ogóle znajomość języka polskiego, a zadania formułowane były wyłącznie przy użyciu symboli. Ze względu na podział danych na większą liczbę grup, przy tym samym poziomie istotności otrzymaliśmy obszar odrzucenia hipotezy $(13,277; \infty)$. Wartość statystyki h w tym przypadku wynosi 0,876 i też nie należy do tego obszaru. Także w tym przypadku nie mamy podstaw do odrzucenia hipotezy o niezależności wyników testu wstępnego i omawianego. Ten brak zależności wskazuje na to, że same wiadomości merytoryczne nie wystarczają do prawidłowego rozwiązywania zadań testowych. Często zdarza się, że studenci posiadają umiejętność mechanicznego rozwiązywania zadań bez wnikania w ich treść i analizowania pojęć w nich występujących. Ta metoda nie zdaje egzaminu w odniesieniu do pytań testowych.

Pozostało do omówienia porównanie zaliczenia pierwszego semestru z matematyki i badanego testu. Obszarem odrzucenia hipotezy jest przedział $(9,210; \infty)$. W tym przypadku wartość statystyki $h = 13,838$ należy do tego przedziału. Oznacza to, że na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ hipotezę o niezależności należy odrzucić. Zależność wyników testu i zaliczenia z matematyki wskazuje na to, że znajomość języka specjalistycznego uzyskiwana na lekcjach matematyki powoduje otrzymywanie lepszych ocen zarówno w trakcie tradycyjnie przeprowadzanych prac kontrolnych, jak i testu. Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że zdarzają się studenci mający dobre oceny z matematyki, którzy otrzymali ocenę negatywną z testu. W badanej próbie nie było natomiast ani jednego studenta ze słabą oceną z matematyki, który dobrze napisał test.

Nasze działania idą w tym kierunku, aby student mający dobrą ocenę z matematyki w Studium miał pełną szansę zdania egzaminu z tego przedmiotu, niezależnie od tego, czy jest przeprowadzany w formie tradycyjnej czy testowej.

Język matematyczny jest w dużej mierze językiem symboli, jednak brak znajomości języka specjalistycznego stanowi znaczne utrudnienie w rozwiązywaniu zadań testowych. Ponadto należy podkreślić, że w trakcie nauki języka specjalistycznego, wprowadzanego w sposób naturalny na lekcjach matematyki, kształtuje się właściwe rozumienie pojęć, bez dogłębnej znajomości których nie jest możliwa prawdziwa wiedza merytoryczna.

LITERATURA

- [1] Cegiełka K., Leksiński W., Przyjemski J., *Egzaminy wstępne do szkół wyższych na rok akademicki 1994/1995*, „Matematyka” 1995, nr 2, (Wrocław) 1994.
- [2] Domżał K., Gawłowska E., *Przykłady zastosowań metod matematycznych i statystycznych w zagadnieniach farmaceutycznych i medycznych*, Łódź 1998.
- [3] Helwig Z., *Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej*, Warszawa 1975.
- [4] Hensz E., Łazarow E., Paszkiewicz A., Pawlak H., Spodzieja S., Skopińska B., *Testy z matematyki dla kandydatów na wyższe uczelnie*, Łódź 1995.
- [5] Józwiak Z., Kondrak L., *Wstępni test jako jeden z czynników intensyfikacji procesu wyuku matematyki ve SJPC*, „Metodické Listy Univerzity Karlovy” 1993, Praga.
- [6] Józwiak Z., Wróbel D., *Organizacja nauczania matematyki i sprawdzania wiadomości studentów w ramach sesji orientacyjnej*, [w:] *Kształcenie Polaków ze Wschodu*, Lublin 1994.
- [7] Niemierko B., Ciżkowicz K., *Elementy statystyki w klasycznej teorii testu*, Bydgoszcz 1991.
- [8] Niemierko B., *Testy osiągnięć szkolnych. Podstawowe pojęcia i techniki obliczeniowe*, Warszawa 1975.
- [9] Niemierko B., *Pomiar sprawdzający w dydaktyce*, Warszawa 1990.
- [10] Rokoszowa J., *Czy żaden to każdy nie?*, „Język polski” 1986 (66), nr 3–4.